

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 823 012

②① N° d'enregistrement national : 01 04502

⑤① Int Cl⁷ : H 01 L 21/98, H 01 L 21/30, 21/68

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 03.04.01.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.10.02 Bulletin 02/40.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-
que et industriel — FR.

⑦② Inventeur(s) : FIGUET CHRISTOPHE, ASPAR BER-
NARD et BLET VINCENT.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤④ PROCÉDE DE TRANSFERT SELECTIF D'AU MOINS UN ELEMENT D'UN SUPPORT INITIAL SUR UN
SUPPORT FINAL.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de transfert sélectif
de vignettes d'un support initial vers un support final, cha-
que vignette comprenant au moins un élément constitutif
d'un dispositif microélectronique et/ ou optoélectronique et/
ou acoustique et/ ou mécanique, les éléments étant réalisés
dans une couche de surface du support initial, le procédé
comprenant les étapes suivantes:

- a) la fixation d'un support de transfert sur la couche de
surface du support initial,
- b) l'élimination de la partie du support initial ne corres-
pondant pas à la couche de surface,
- c) définition latérale des vignettes par découpe effec-
tuée selon l'épaisseur de la couche de surface, la découpe
laissant subsister des zones pouvant être rompues,
- d) préhension d'une ou de plusieurs vignettes à transfé-
rer et leur détachement par apport d'énergie dans les zones
pouvant être rompues correspondantes,
- e) report et fixation sur le support final de la vignette ou
de la pluralité de vignettes détachées à l'étape d).

FR 2 823 012 - A1



PROCEDE DE TRANSFERT SELECTIF D'AU MOINS UN ELEMENT
D'UN SUPPORT INITIAL SUR UN SUPPORT FINAL

DESCRIPTION

5 **DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne le transfert sélectif d'un ou plusieurs éléments, que l'on peut désigner sous le terme générique de vignette, depuis un support de fabrication vers un support de réception.

10 Elle concerne en particulier le transfert de puces semi-conductrices, partiellement ou complètement achevées, depuis leur substrat initial, sur lequel elles ont été fabriquées vers un nouveau substrat (ou support de réception) qui peut lui-même
15 avoir été traité par les techniques de la microélectronique.

L'invention permet en particulier le transfert de puces qui peuvent avoir été testées électriquement, par exemple le transfert de puces de
20 1 mm² à 1 cm² de surface, de leur substrat initial vers un support en matériau semi-conducteur traité ou non, vers un support en matériau transparent par exemple en verre, vers un support souple ou rigide par exemple en plastique ou vers un support en matériau céramique.
25 Elle permet aussi par exemple de transférer des composants optoélectroniques tels que des lasers à cavité verticale et à émission par la surface ou VCSEL (pour « Vertical Cavity Surface Emitting Laser ») ou de petits morceaux de semi-conducteur III-V de leur
30 substrat initial sur des plaquettes de silicium qui peuvent être préparées selon les techniques de la

microélectronique afin d'obtenir des éléments semi-conducteurs III-V sur silicium.

Elle peut aussi s'appliquer au report de circuits électroniques, éventuellement testés
5 électriquement et amincis, sur carte plastique par une colle pour la réalisation de cartes à puces.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Il existe de nombreuses méthodes permettant de transférer des puces semi-conductrices ou des
10 groupes de puces vers un support de réception. On peut citer la technique dite « epitaxial lift-off », le collage organique ou minéral (par adhésion moléculaire) et la technique dite "flip-chip". Cette dernière méthode ne permet pas de manipuler des composants
15 individuels de petites dimensions et de très faible épaisseur contrairement aux deux précédentes.

La technique du collage minéral ou adhésion moléculaire est connue pour de nombreux matériaux. L'adhésion moléculaire comprend deux différents types
20 de collage : le collage hydrophile et le collage hydrophobe. Dans le cas du collage hydrophile, le collage résulte de l'évolution de l'interaction de groupements -OH à la surface d'une structure vers la formation de liaisons Si-O-Si dans le cas de l'oxyde de
25 silicium. Les forces associées à ce type d'interaction sont fortes. L'énergie de collage, de l'ordre de 100 mJ/m^2 à température ambiante, atteint 500 mJ/m^2 après un recuit à 400°C pendant 30 minutes. Dans le cas du collage hydrophobe, le collage résulte de
30 l'évolution de l'interaction de groupements -H ou -F à la surface de la structure vers des liaisons Si-Si dans

le cas de l'adhésion de silicium. L'énergie de collage est plus faible que celle des collages hydrophiles jusqu'à des températures de l'ordre de 500-600°C. L'énergie de collage est généralement déterminée par la
5 méthode de la lame divulguée par W.P. Maszara et al., dans l'article « Bonding of silicon wafers for silicon-on-insulator » paru dans J. Appl. Phys. 64(10), 15 novembre 1988, pages 4943 à 4950.

Le contrôle des énergies de collage peut
10 permettre de réaliser des adhésions moléculaires réversibles où, comme divulgué dans le document FR-A-2 781 925, l'énergie d'adhésion des éléments peut être faible sur le support de transfert et les éléments à reporter peuvent être traités pour qu'ils aient une
15 énergie d'adhésion plus forte sur le support de réception que sur le support de transfert permettant ainsi de reporter sélectivement un élément parmi n. Dans ce document, l'énergie d'adhésion est plus faible entre les éléments à transférer et le support de
20 transfert qu'entre les éléments et le support de réception. Or, l'énergie que l'on obtient lors du collage entre les éléments et le support de réception est une énergie d'adhésion à température ambiante donc comprise entre 0 et 200 mJ/m² suivant les traitements de
25 surface et les matériaux utilisés. L'énergie de liaison entre les éléments à reporter et le support de transfert est donc obligatoirement inférieure à 200 mJ/m². La méthode décrite dans ce document ne permet pas de reporter des éléments fortement adhérents
30 sur le support de transfert, par exemple à des énergies supérieures à 200 mJ/m².

Le document FR-A-2 796 491 divulgue le report sur un substrat final de puces manipulées individuellement sur un support de transfert sur lequel elles ont été préalablement collées. Les puces sont
5 manipulées individuellement sur le support de transfert grâce à des ouvertures pratiquées à travers celui-ci et qui le traversent entièrement. Une action mécanique (par exemple à l'aide d'un pointeau), chimique ou pneumatique, voire une de leurs combinaisons, permet de
10 désolidariser une puce du support de transfert et de venir l'adhérer sur le support de réception. Cette approche peut s'appliquer à une adhésion faible d'une puce sur le substrat de transfert et forte sur le support de réception. Elle nécessite la réalisation
15 d'un support de transfert spécial qui a été conditionné pour permettre la sélection de chaque élément à transférer. En outre, elle n'est pas compatible avec les équipements standard de la microélectronique comme les équipements de "pick and place"

20 Les documents US-A-6 027 958 et WO-A-98/02921 divulguent le report d'éléments fins processés sur substrat SOI dans le but d'augmenter la densité d'intégration et pour rendre les composants moins fragiles. Dans un premier temps, les composants
25 sont réalisés par les technologies classiques de la microélectronique puis reliés entre eux par un dépôt métallique. Selon cette méthode, les éléments à transférer sont adhésés sur un support de transfert, sur lequel une couche d'arrêt chimique a été déposée,
30 par un matériau adhésif. Le substrat initial est enlevé pour découvrir la couche d'arrêt. Les composants sont

ensuite solidarisés collectivement sur un support de réception. Puis, le support de transfert est enlevé.

Cette méthode permet de reporter un ensemble de composants en couche mince vers un support de réception. Les composants ne sont pas individualisés dans le transfert. Il s'agit donc d'un procédé collectif. Les composants, dans cette méthode de transfert, sont conservés ensemble et avec un support épais qui permet de les manipuler. Jamais un composant individuel ne peut être séparé des autres à cause des substrats épais (substrat initial, support de transfert, support de réception) qui sont toujours en contact avec les composants. Cette méthode ne permet donc pas un report sélectif d'un élément en couche mince.

La technique dite "epitaxial lift-off" permet de reporter de manière individuelle un composant. Une première étape consiste à réaliser par épitaxie des composants à transférer (voir le brevet américain N° 4 883 561 dans le cas du simple transfert). Les couches épitaxiales peuvent être inversées (voir le brevet américain N° 5 401 983 dans le cas du double transfert). Avant la formation de l'ensemble des couches constitutives du composant, une couche sacrificielle est épitaxiée sur le substrat de croissance. Les vignettes sont définies par photolithographie. Une résine est déposée sur les vignettes de façon à les contraindre et à leur donner une structure concave pour le renouvellement de la solution de sous-gravure et l'évacuation des résidus d'attaque. La couche sacrificielle est ensuite attaquée

chimiquement par voie humide. Comme le film constitué par les couches épitaxiées est contraint par la résine, celui-ci se courbe petit à petit, ce qui permet à la solution d'attaque de pénétrer dans l'interstice en formation entre le film et le substrat. Lorsque l'attaque est terminée, le film peut être récupéré par une pince à vide pour être transféré sur un substrat cible (voir le brevet américain N° 4 883 561) ou sur un support de transfert (voir le brevet américain N° 5 401 983). Après le report, la résine est éliminée chimiquement puis les vignettes, reportées sur le substrat de réception, sont traitées thermiquement sous pression pour éliminer les gaz piégés à l'interface.

Dans cette technique, la couche sacrifiée est une couche épitaxiée, d'où la désignation "epitaxial lift-off". Les éléments peuvent être transférés individuellement ou collectivement sur un support de transfert et être solidarisés sur un support de réception par des forces de van der Waals, puis recuits lorsque le support de transfert a été enlevé. Cette technique présente l'avantage principal de récupérer le substrat initial. Cependant, à cause de la sous-gravure latérale de la couche sacrificielle, les dimensions des puces à transférer sont limitées. L'article de E. YABLONOVITCH et al., Appl. Phys. Lett. 56(24), 1990, page 2419 mentionne une taille maximale de 2 cm x 4 cm et des temps d'attaque chimique assez long. La vitesse maximale serait de 0,3 mm/h dans le cas des faibles dimensions latérales (inférieures à 1 cm). De plus, comme cette vitesse d'attaque dépend de la courbure des éléments à reporter pour l'évacuation

des résidus d'attaque, elle limite l'épaisseur des composants transférables à 4,5 μm (voir l'article de K.H. CALHOUN et al., IEEE Photon. Technol. Lett., février 1993).

5 La technique du "lift-off" est connue depuis de nombreuses années (voir par exemple le brevet américain N° 3 943 003). Cette technique comprend le dépôt d'une résine photosensible épaisse sur un substrat, l'insolation et l'ouverture de cette résine
10 aux endroits où l'on souhaite déposer un matériau qui est en général un métal. Le matériau est déposé par une méthode de dépôt à froid (en général par pulvérisation) sur toute la surface du substrat. Le matériau déposé n'adhère réellement qu'aux endroits où la résine a été
15 ouverte. La résine est ensuite dissoute dans un solvant (par exemple de l'acétone) et seules les parties adhérentes du matériau subsistent.

D'autres méthodes sont proposées dans le document EP-A-1 041 620. Elles permettent de reporter
20 des puces minces sur un support hôte. Ces méthodes sont basées sur le traitement individuel des puces. Les puces sont collées une par une sur un support de transfert, sont amincies individuellement puis reportées sur un support hôte. Il ne s'agit pas d'un
25 traitement collectif pour l'amincissement puis le report individuel à partir du substrat.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention a pour objet le report sélectif de vignettes (c'est-à-dire un élément ou un groupe
30 d'éléments) réalisées préférentiellement en couches minces homogènes ou hétérogènes depuis un support

initial, qui peut être un support de fabrication, jusqu'à un support final. Elle permet en particulier le transfert de puces électroniques qui peuvent être réalisées à partir de n'importe quel matériau semi-conducteur. Il peut s'agir d'un ou de plusieurs lasers du type VCSEL, d'un ou de plusieurs photodétecteurs en cavité ou d'une combinaison de photodétecteurs et de lasers. Il peut aussi s'agir d'un ou de plusieurs composants électroniques, de circuits pour cartes à puce, de transistors de commande d'écran plat ou TFT (pour "Thin Film Transistors"), de dispositifs à mémoire ou d'une combinaison de composants ayant une fonction opto-électronique, électronique ou mécanique (MEMS) entre eux, etc.

L'invention permet le transfert d'une puce comprenant un ou plusieurs lasers du type VCSEL réalisés et testés électriquement sur un substrat de fabrication (en GaAs ou InP par exemple) vers un circuit de lecture et d'adressage réalisé sur silicium. Dans une autre application, l'invention permet le transfert de composants optoélectroniques sur un support de réception n'ayant qu'une fonction optique comme un verre, un guide d'onde, etc. Elle permet aussi le report d'un élément semi-conducteur comprenant un circuit électronique sur un support de réception qui sert à la manipulation des fonctions réalisées par le circuit électronique, comme par exemple une carte à puce. Ce report présente plusieurs avantages dont le principal est de pouvoir intégrer une fonction électronique ou optique ou optoélectronique ou mécanique sur un substrat sur lequel elle ne peut être

réalisée avec la qualité requise par épitaxie, par dépôt ou par tout autre moyen de réalisation utilisé en microélectronique.

Il est évident que la croissance épitaxiale de composants présentant une forte différence de paramètre de maille (plusieurs pour cents) ne peut pas être réalisée avec une qualité qui éviterait la dégradation de leurs caractéristiques électriques et optiques à cause de la présence de défauts structuraux.

Dans un autre domaine, il est évident que l'on ne peut pas, avec les procédés de la microélectronique, réaliser des composants sur des supports plastiques d'abord parce que ces derniers ne résistent pas aux températures utilisées et ensuite parce qu'ils ne sont pas, par nature, compatibles avec les critères de propriétés des étapes d'entrée ("front-end" en anglais) de l'industrie des semi-conducteurs.

De plus, l'invention permet d'associer un composant mince sur un support en utilisant une solidarisation par adhésion moléculaire qui est compatible "front end". Cela permet de traiter le composant après report avec des procédés dont par exemple les températures peuvent être élevées. Ainsi, par exemple, on peut reprendre une épitaxie ou réaliser les connexions entre le composant et le support.

Le report de vignettes permet aussi de s'affranchir des différences de diamètre entre les substrats sur lesquels sont réalisés les composants. Cela permet en particulier de limiter la perte de matériaux de départ comparé à un report pleine plaque

où seules certaines zones transférées seront utilisées pour réaliser des composants.

Un autre avantage de transférer des vignettes de composants fabriqués est de pouvoir
5 reporter un circuit testé électriquement et donc de ne reporter que les bons composants.

En outre, le report de composants amincis présente l'avantage de réduire l'encombrement vertical, de diminuer le poids de ces composants et de plus de
10 les rendre moins fragiles. Mais le report de couches minces ou films est rendu difficile par leur petite taille qui les rend difficilement manipulables. Pour faciliter cette manipulation, il est avantageux d'utiliser un support de transfert qui sert de
15 rigidificateur pour la manipulation de ces films et pour éviter que ceux-ci ne se déforment sous l'effet de contraintes, voire ne se cassent. Par rigidificateur, on entend tout support organique ou minéral dont la rigidité évite la rupture de zones prédécoupées, permet
20 le maintien de l'ensemble des puces et évite des cassures et/ou fractures et/ou ruptures des vignettes et éléments à transférer. Ce rigidificateur peut être par exemple une plaque de silicium monocristallin (001) avec une épaisseur d'au moins 200 μm . Il peut aussi
25 être en verre ou en un autre matériau transparent par exemple dans le visible, l'infrarouge ou l'ultra-violet. Cela, en particulier, rend possible l'alignement de la puce sur le support. Cela autorise aussi le traitement de la couche d'adhésion (par
30 exemple : colle durcissable aux ultra-violets).

Le rigidificateur utilisé pour reporter les vignettes peut être un support couramment utilisé en microélectronique (substrats monocristallins ou polycristallins, verres, etc.) ou d'autres supports
5 tels que des films plastiques sensibles aux ultra-violets, des films double-face, des films étirables, des films en Teflon®, etc. Il peut s'agir d'une combinaison de ces différents supports permettant d'utiliser au mieux les propriétés de chacun d'eux.

10 Le rigidificateur doit pouvoir manipuler l'ensemble des puces à transférer lors des étapes collectives. Il doit aussi pouvoir libérer de façon sélective un élément parmi tous ceux préparés. Pour cela, une prédécoupe est effectuée dans tout ou partie
15 des couches d'éléments à transférer et sur tout ou partie du rigidificateur. Ainsi, une zone maintenant l'intégralité de l'ensemble est conservée et il est possible de séparer sélectivement les éléments à transférer par apport local par exemple d'énergie
20 mécanique et/ou thermique et/ou chimique.

L'invention a aussi pour objectif de fournir un procédé de transfert de composants à faible coût.

L'invention a pour objet un procédé de
25 transfert sélectif de vignettes d'un support initial vers un support final, chaque vignette comprenant au moins un élément constitutif d'un dispositif microélectronique et/ou optoélectronique et/ou acoustique et/ou mécanique, les éléments étant réalisés
30 dans une couche de surface du support initial, le procédé comprenant les étapes suivantes :

a) la fixation d'un support de transfert sur la couche de surface du support initial,

b) l'élimination de la partie du support initial ne correspondant pas à la couche de surface,

5 c) définition latérale des vignettes, sur l'ensemble constitué par le support de transfert et la couche de surface, par découpe effectuée selon l'épaisseur de la couche de surface, la découpe laissant subsister des zones pouvant être rompues,

10 d) préhension d'une ou de plusieurs vignettes à transférer et leur détachement par apport d'énergie dans les zones pouvant être rompues correspondantes,

e) report et fixation sur le support final
15 de la vignette ou de la pluralité de vignettes détachées à l'étape d).

Par élément constitutif, il faut entendre au moins une couche d'un matériau pouvant être traité avant ou après transfert ou être utilisé en tant que
20 tel. Le matériau peut être choisi parmi les matériaux semi-conducteurs (Si, SiC, GaAs, InP, GaN, HgCdTe), les matériaux piézoélectriques (LiNbO_3 , LiTaO_3), pyroélectriques, ferroélectriques, magnétiques et même isolants.

25 Si la couche de surface comprend en outre une couche d'adhésion recouvrant lesdits éléments, l'étape a) peut comprendre la fixation du support de transfert sur la couche d'adhésion. La couche d'adhésion peut être un film adhésif double face ou en
30 un matériau choisi parmi une colle, par exemple de type polymère (par exemple polyimide, BCB, résine de type

époxy ou photosensible...), une cire, de l'oxyde de silicium (par exemple de type SOG ou PECVD ou thermique) et du silicium. Si elle recouvre les éléments, elle peut être une couche déposée et polie.

5 A l'étape a), la fixation peut être réalisée par adhésion moléculaire, cette adhésion moléculaire pouvant être renforcée par un traitement thermique.

10 A l'étape b), l'élimination de la partie du support initial ne correspondant pas à la couche de surface peut être réalisée par une ou plusieurs méthodes choisies parmi : la rectification mécanique, le polissage, l'attaque chimique sèche ou humide, la fracture le long d'une couche fragilisée.

15 A l'étape c), la découpe peut être effectuée par gravure chimique sèche ou humide, par sciage, par ultrasons, par clivage ou par un faisceau laser.

20 A l'étape d), la préhension est réalisée par des moyens mécaniques, de capillarité, des moyens électrostatiques ou de préférence des moyens pneumatiques (par exemple par aspiration) et/ou chimiques.

25 A l'étape d), l'apport d'énergie peut être un apport d'énergie mécanique et/ou thermique et/ou chimique. Le détachement peut être réalisé en combinant des effets de pression et d'aspiration sur la ou les vignettes à transférer.

30 Avantageusement, à l'étape e), la fixation est obtenue par adhésion moléculaire ou par collage. Le collage peut se faire au moyen d'une colle, d'une

résine époxy ou d'une couche métallique réactive ou non.

Après l'étape e), la partie du support de transfert correspondant à la vignette reportée ou à la pluralité de vignettes reportées peut être éliminée au moins partiellement. Cette élimination peut être réalisée par une ou plusieurs méthodes choisies parmi : la technique du "lift-off", l'attaque chimique ou l'attaque sélective de la couche d'adhésion, l'application de forces mécaniques et la fracture le long d'une couche fragilisée. La couche fragilisée est obtenue par exemple par création de microcavités et/ou de microbulles gazeuses obtenues par implantation ionique ou par exemple par la présence d'une couche enterrée poreuse ou par tout autre moyen qui permet de séparer la couche de surface du support initial.

Eventuellement, avant l'étape c), on ajoute au support de transfert des moyens permettant de le garder rigide pendant l'étape c). Après l'étape c), les moyens permettant de rigidifier le support de transfert peuvent être éliminés au moins partiellement.

Ces moyens peuvent être déformables mécaniquement, la déformation produite favorisant la rupture des zones pouvant être rompues. Ces moyens peuvent aussi être des films plastiques.

La couche de surface peut comprendre au moins une couche d'arrêt adjacente à la partie du support initial ne correspondant pas à la couche de surface. Cette couche d'arrêt peut également être éliminée.

Avant l'étape a), ledit élément constitutif d'un dispositif microélectronique et/ou opto-électronique et/ou acoustique et/ou mécanique peut être testé pour déterminer son état de fonctionnement.

5 A l'étape a), la fixation du support de transfert peut être obtenue par dépôt d'une couche de matériau sur la couche de surface, cette couche de matériau constituant le support de transfert.

10 A l'étape c), la découpe peut être effectuée à partir de la couche de surface et/ou à partir du support de transfert.

Avant la fixation sur le support final de la vignette ou de la pluralité de vignettes, une préparation de surface peut être effectuée pour
15 améliorer la fixation (nettoyage, élimination d'une couche sacrificielle, polissage, ...). Lors de la fixation sur le support final, la vignette peut être en outre alignée sur ce support en utilisant soit des marques préétablies sur vignette et support, soit de
20 préférence un support de transfert en un matériau transparent.

Après l'étape e), il peut être prévu une étape permettant de révéler ledit élément constitutif d'un dispositif microélectronique actif ou passif et/ou
25 opto-électronique et/ou d'un capteur.

Si le support initial est du type SOI, c'est-à-dire constitué d'un substrat de silicium supportant successivement une couche d'oxyde de silicium et une couche de silicium dans laquelle est
30 réalisé ledit élément, la couche d'oxyde de silicium sert de couche d'arrêt.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre
5 d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- les figure 1A à 1J sont des vues en coupe transversale illustrant un premier exemple de mise en œuvre du procédé de transfert sélectif selon
10 l'invention,

- les figures 2A à 2I sont des vues en coupe transversale illustrant un deuxième exemple de mise en œuvre du procédé de transfert sélectif selon l'invention,

15 - les figures 3A à 3E sont des vues en coupe transversale illustrant un troisième exemple de mise en œuvre du procédé de transfert sélectif selon l'invention.

20 **DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION**

D'une manière générale, le procédé s'applique à des éléments réalisés totalement ou partiellement sur des substrats par les techniques de
25 la microélectronique et/ou de l'optoélectronique. Les éléments peuvent éventuellement être réalisés sur une ou plusieurs couches d'arrêt chimique. Ils peuvent éventuellement subir un test électrique sur leur support initial.

Dans le cas où une forte topologie de surface est présente, un lissage de la surface peut être réalisé par dépôt d'un matériau puis polissage mécano-chimique ou par remplissage des volumes par un matériau suffisamment lisse qui ne nécessite pas forcément de polissage ultérieur. Si la couche de matériau de remplissage est suffisamment épaisse et rigide, elle peut aussi assurer une fonction de rigidification et constituer le support de transfert. Par ailleurs, elle peut, le cas échéant, assurer une fonction d'adhésion.

Différentes techniques peuvent être utilisées pour fixer le support de transfert sur le support initial : adhésion moléculaire, colle, résine époxy, etc. L'adhésion moléculaire est particulièrement appropriée lorsque les surfaces à mettre en contact sont lisses. Une couche d'adhésion peut être utile pour fixer la couche de surface sur le support de transfert. Elle peut être en un matériau choisi parmi un film adhésif double face, de la colle par exemple de type polymère (polyimide, BCB, résine de type époxy ou photosensible...), de la cire, du verre, de l'oxyde de silicium de type "spin on glass", déposé ou thermique.

La préhension des vignettes peut se faire par une technique classique de "pick and place" ou toute autre technique par laquelle la vignette est tenue et une énergie est amenée localement pour provoquer la rupture de la vignette à transférer. De façon avantageuse, la vignette est manipulée avec un outil permettant de l'aspirer tout en exerçant une pression pour la séparer des autres vignettes. L'outil

permet alors de reporter la vignette détachée sur le support final.

De préférence, le support de transfert est un substrat utilisé en microélectronique et de faible
5 coût, par exemple du silicium monocristallin ou polycristallin, du verre, du saphir, ...

Les éléments peuvent être réalisés sur un support initial comprenant plusieurs couches d'arrêt. L'utilisation de plusieurs couches d'arrêt est
10 avantageuse pour lisser la surface résultant d'une attaque chimique du support initial. L'utilisation de plusieurs couches d'arrêt peut aussi permettre d'enlever les particules résultant de la fragilisation verticale des vignettes à transférer et éventuellement
15 du support de transfert.

Un premier exemple de mise en œuvre de l'invention est illustré par les figures 1A à 1J qui sont des vues partielles et en coupe.

La figure 1A montre un substrat 10, par
20 exemple en GaAs, servant de support initial et sur lequel ont été réalisées des puces semiconductrices 11 (par exemple : composants optoélectroniques ou microélectroniques) selon les techniques connues de l'homme de l'art. Les puces 11 sont séparées du reste
25 du support initial par au moins une couche d'arrêt 12 par exemple en $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$. Cette couche d'arrêt procure une meilleure homogénéité du transfert car elle constitue une couche d'arrêt et une couche sacrificielle par exemple vis-à-vis d'une gravure
30 chimique sèche ou humide.

Comme le montre la figure 1B, la surface du substrat 10 comportant les puces 11 est lissée pour permettre un collage sur un support de transfert. Cette opération peut être obtenue par le dépôt ou l'étalement
5 d'une couche 13 qui peut être une colle, une résine époxy ou un matériau minéral tel qu'un verre, de la silice ou du silicium. Une planarisation de la couche 13 peut éventuellement être nécessaire. La couche d'arrêt 12, les éléments ou puces semiconductrices 11
10 et la couche 13 constituent la couche de surface du support initial.

A la figure 1C, un support de transfert 14 est collé sur la face libre de la couche 13. Si la couche 13 est une couche de résine époxy, celle-ci est
15 ensuite polymérisée. Si la couche 13 est une couche minérale, un traitement thermique permet d'augmenter l'énergie d'adhésion au support de transfert 14.

La figure 1D montre que le support initial 10, plus exactement la partie du support initial qui ne correspond pas à la couche de surface, a été éliminé.
20 Cette élimination peut se faire par une méthode classique ou une combinaison de méthodes classiques : rectification mécanique, polissage, attaque chimique sèche ou humide. Le substrat a pu être fragilisé en
25 profondeur par implantation ionique d'ions ou d'espèces gazeuses avant d'avoir réalisé le composant. La séparation de la couche mince du substrat peut alors être obtenue par apport d'énergie mécanique (voir le document FR-A-2 748 851).

30 Comme le montre la figure 1E, une pièce de rigidification 15 est fixée sur la face libre du

support de transfert 14. Cette pièce 15 peut être un support de découpe. Les vignettes à transférer sont ensuite prédécoupées verticalement par des tranchées 17. Une vignette 16 à transférer comprend au moins une
5 puce 11. La prédécoupe des vignettes est effectuée totalement dans les couches 12 et 13 mais partiellement dans le support de transfert 14. La prédécoupe laisse subsister des zones pouvant être rompues dans le support de transfert 14. Cette prédécoupe peut être
10 faite par gravure chimique, au moyen d'une scie circulaire, d'une scie à disque, d'une scie à fil ou au moyen d'ultrasons. Suivant l'application, le dispositif peut être terminé avant ou après report sur le support final.

15 La face libre de la couche d'arrêt 12 est traitée chimiquement pour éliminer les particules et les contaminants qui ont pu apparaître lors des opérations précédentes et qui rendraient cette face impropre à l'adhésion moléculaire. Si plusieurs couches
20 d'arrêt ont été prévues, une ou plusieurs de ces couches peut être enlevée chimiquement en voie sèche ou en voie humide ou même par polissage mécano-chimique pour éliminer simultanément les polluants présents en surface. De plus, comme la pièce de rigidification 15
25 (voir la figure 1E) n'est pas forcément compatible avec les traitements chimiques que doit subir une surface pour permettre son adhésion moléculaire, la pièce 15 peut être éliminée juste après la réalisation des tranchées 17 comme le montre la figure 1F.

30 Les vignettes 16 à reporter sont alors prises sélectivement (voir les figures 1G et 1H), les

zones de rupture se rompant sous pression, ou sous aspiration, ou sous un enchaînement de pression et d'aspiration, ou sous un enchaînement de pression et de relâchement de pression, ou sous un enchaînement d'aspiration et de relâchement d'aspiration. Préférentiellement, la rupture est réalisée par une pression brutale d'un outil 18 permettant de manipuler la vignette à transférer, par exemple une pince à vide qui aura été adaptée aux dimensions des puces.

10 La vignette 16 prélevée est ensuite fixée sur un support final 19 par adhésion moléculaire comme le montre la figure 1I. Le support final 19 peut avoir subi des préparations de surface de la microélectronique pour permettre l'adhésion moléculaire de la vignette 16 par exemple un nettoyage chimique de type hydrophile ou un polissage mécano-chimique.

Le matériau de la couche 13 est ensuite éliminé par sous-gravure, de qui a pour conséquence de séparer la partie du support de transfert transférée avec le reste de la vignette. Cette partie du support de transfert peut aussi être enlevée par cisaillement, le matériau de la couche 13 pouvant être alors éliminé par attaque chimique. On obtient la structure montrée à la figure 1J.

25 Un deuxième exemple de mise en œuvre de l'invention est illustré par les figures 2A à 2I qui sont des vues partielles et en coupe.

La figure 2A montre un substrat 20 servant de support initial. Le substrat 20 est un substrat SOI comprenant une couche de silice 22, servant de couche d'arrêt chimique, et une couche mince de silicium dans

laquelle ont été réalisées des puces semiconductrices 21 selon les techniques connues de l'homme de l'art. La couche de silice 22 et la couche mince de silicium constituent la couche de surface du support initial.

5 Dans cet exemple, les puces 21 (par exemple : dispositifs microélectroniques, circuits d'adressage de transistors TFT, ...) sont destinées à être transférées de manière sélective. La surface libre des puces 21 est alors rendue solidaire d'un support de
10 transfert 24 comme le montre la figure 2B. Le support de transfert 24 est collé sur la surface libre des puces 21 sans la présence d'une couche supplémentaire.

Par une méthode de découpe choisie parmi la découpe mécanique, la découpe par laser, le clivage
15 partiel, la réalisation de défauts, d'amorces de clivage, des tranchées 27 sont réalisées dans le support initial 20, y compris la couche de silice 22 et la couche mince, et partiellement dans le support de transfert 24 pour y laisser subsister des zones de
20 rupture. Les tranchées 27 délimitent des vignettes 26, chaque vignette comportant une puce. C'est ce que montre la figure 2C.

La partie massive du support initial 20 est ensuite éliminée comme le montre la figure 2D. Cette
25 élimination peut être effectuée par une méthode classique ou une combinaison de méthodes classiques. On peut citer, à titre d'exemples, la rectification mécanique, le polissage, l'attaque chimique sèche ou humide. Dans ce deuxième exemple de mise en œuvre, la
30 rectification peut être utilisée seule car la face de

report de chaque vignette n'a pas besoin d'être lisse pour être collée.

Les vignettes 26 à reporter sont prises sélectivement (voir les figures 2E et 2F), les zones de rupture se rompant par l'une des méthodes citées dans le premier exemple de mise en œuvre. De préférence, la rupture est réalisée par une pression d'un outil 28 permettant de manipuler la vignette à transférer, par exemple une pince à vide.

La vignette 26 prélevée est ensuite collée sur un support de réception ou support final 29 par l'intermédiaire d'un plot de colle 201. C'est ce que montre la figure 2G. Le support final 29 peut être un matériau organique. Il peut s'agir d'une carte destinée à recevoir un circuit électronique pour réaliser une carte à puce. On peut choisir la colle pour qu'elle puisse être éliminée à l'aide d'un solvant (par exemple une cire commerciale et de l'acétone).

La partie du support de transfert 24 encore présente avec la puce 21 reportée sur le support final 29 peut être éliminée par l'une des méthodes citées dans le premier exemple de mise en œuvre. On obtient la structure montrée à la figure 2H.

Un complément technologique peut ensuite être réalisé sur la puce 21 reportée comme le montre la figure 2I, par exemple en réalisant des contacts métalliques 202 et 203 par une technique connue de la microélectronique.

Un troisième exemple de mise en œuvre de l'invention est illustré par les figures 3A à 3E qui sont des vues partielles et en coupe.

La figure 3A montre un substrat 30 servant de support initial. Il peut s'agir d'un substrat de GaAs sur lequel ont été réalisées des puces semiconductrices selon des techniques connues de l'homme de l'art. Au moins une couche d'arrêt 32, par exemple en $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$, sépare les puces semiconductrices du substrat 30. Cette couche d'arrêt (ou ces couches d'arrêt éventuellement) procure l'avantage d'une meilleure homogénéité du transfert car elle constitue une couche d'arrêt et une couche sacrificielle, par exemple vis-à-vis d'une gravure chimique sèche ou humide.

Les puces semiconductrices, dans cet exemple de réalisation, sont constituées par des éléments de base 31 et des éléments complémentaires regroupés sous la référence générale 34. On peut donc dire que la couche d'arrêt 32 et les éléments de base 31 constituent la couche de surface du support initial tandis que l'ensemble 34 des éléments complémentaires sert de support de transfert.

La figure 3B montre que le support initial a été éliminé par une méthode classique ou une combinaison de méthodes classiques. On peut citer par exemple la rectification mécanique, le polissage, l'attaque chimique sèche ou humide.

Les vignettes à reporter sont ensuite prédécoupées par l'une des méthodes citées dans les exemples précédents. La figure 3C montre que les découpes ont été effectuées à partir de chaque face libre de la structure. Des tranchées 37 et 337, respectivement alignées, délimitent des vignettes 36

comprenant un ou plusieurs éléments de base 31. Il subsiste une zone de rupture entre chaque alignement de tranchées 37 et 337.

5 Les vignettes 36 à reporter sont prises sélectivement (voir la figure 3D), les zones de rupture se rompant par l'une des méthodes citées dans le premier exemple de mise en œuvre. De préférence, la rupture est réalisée par une pression brutale d'un outil 38 permettant de manipuler la vignette à
10 transférer, par exemple une pince à vide.

La vignette 36 prélevée est ensuite collée sur un support de réception ou support final 39 par adhésion moléculaire et l'outil 38 est retiré. C'est ce que montre la figure 3E. Le support final 39 peut avoir
15 subi des préparations de surface de la microélectronique pour améliorer l'adhésion moléculaire de la vignette 36 sur ce support.

REVENDICATIONS

1. Procédé de transfert sélectif de vignettes (16, 26, 36) d'un support initial (10, 20, 30) vers un support final (19, 29, 39), chaque vignette comprenant au moins un élément (11, 21, 31) constitutif d'un dispositif microélectronique et/ou optoélectronique et/ou acoustique et/ou mécanique, les éléments étant réalisés dans une couche de surface du support initial, le procédé comprenant les étapes suivantes :

a) la fixation d'un support de transfert (14, 24, 34) sur la couche de surface du support initial (10, 20, 30),

b) l'élimination de la partie du support initial ne correspondant pas à la couche de surface,

c) définition latérale des vignettes, sur l'ensemble constitué par le support de transfert et la couche de surface, par découpe effectuée selon l'épaisseur de la couche de surface, la découpe laissant subsister des zones pouvant être rompues,

d) préhension d'une ou de plusieurs vignettes (16, 26, 36) à transférer et leur détachement par apport d'énergie dans les zones pouvant être rompues correspondantes,

e) report et fixation sur le support final (19, 29, 39) de la vignette ou de la pluralité de vignettes détachées à l'étape d).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, la couche de surface comprenant

en outre une couche d'adhésion (13) recouvrant lesdits éléments, (11) l'étape a) comprend la fixation du support de transfert (14) sur la couche d'adhésion (13).

5

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche d'adhésion (13) est un film adhésif double face ou en un matériau choisi parmi une colle, une cire, de l'oxyde de silicium et du silicium.

10

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la colle est une colle choisie parmi un polyimide, du BCB et une résine de type époxy ou photosensible.

15

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche d'adhésion (13) recouvrant lesdits éléments (11) est une couche déposée et polie.

20

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape a), la fixation est réalisée par adhésion moléculaire.

25

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la fixation par adhésion moléculaire est renforcée par un traitement thermique.

30

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape b), l'élimination de

la partie du support initial (10, 20, 30) ne correspondant pas à la couche de surface est réalisée par une ou plusieurs méthodes choisies parmi : la rectification mécanique, le polissage, l'attaque chimique sèche ou humide, la fracture le long d'une
5 couche fragilisée.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape c), la découpe est
10 effectuée par gravure chimique sèche ou humide, par sciage, par ultrasons, par clivage ou par un faisceau laser.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape d), la préhension est
15 réalisée par une technique impliquant des moyens mécaniques, de capillarité, des moyens électrostatiques, des moyens pneumatiques et/ou chimiques.

20

11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape d), l'apport d'énergie est un apport d'énergie mécanique et/ou thermique et/ou
chimique.

25

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape d), le détachement est réalisé en combinant des effets de pression et d'aspiration sur la ou les vignettes (16, 26, 36) à
30 transférer.

13. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape e), la fixation est obtenue par adhésion moléculaire ou par collage.

5 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, à l'étape e) la fixation est obtenue par collage au moyen d'une colle, d'une résine époxy ou d'une couche métallique réactive ou non.

10 15. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, après l'étape e), la partie du support de transfert (14, 24) correspondant à la vignette reportée (16, 26) ou à la pluralité de vignettes reportées est éliminée au moins
15 partiellement.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que ladite élimination au moins partielle de la partie du support de transfert (16, 26)
20 est réalisée par une ou plusieurs méthodes choisies parmi : la technique du "lift-off", l'attaque chimique ou l'attaque sélective de la couche d'adhésion, l'application de forces mécaniques et la fracture le long d'une couche fragilisée.

25 17. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant l'étape c), on ajoute au support de transfert (14) des moyens (15) permettant de le garder rigide pendant l'étape c).

30

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que, après l'étape c), les moyens (15) permettant de rigidifier le support de transfert (14) sont éliminés au moins partiellement.

5

19. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de surface comprend au moins une couche d'arrêt (12, 22, 32) adjacente à la partie du support initial (10, 20, 30) ne correspondant pas à la couche de surface.

10

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que la couche d'arrêt est également éliminée.

15

21. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant l'étape a), ledit élément (11, 21, 31) constitutif d'un dispositif microélectronique et/ou optoélectronique et/ou acoustique et/ou mécanique est testé pour déterminer son état de fonctionnement.

20

22. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape a), la fixation du support de transfert est obtenue par dépôt d'une couche de matériau sur la couche de surface, cette couche de matériau constituant le support de transfert.

25

23. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape c), la découpe est

30

effectuée à partir de la couche de surface et/ou à partir du support de transfert.

24. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant la fixation sur le support final de la vignette (16, 26, 36) ou de la pluralité de vignettes, une préparation de surface est effectuée pour améliorer la fixation.

25. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, après l'étape e), il est prévu une étape permettant de révéler ledit élément (11, 21) constitutif d'un dispositif microélectronique actif ou passif et/ou optoélectronique et/ou d'un capteur.

26. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le support initial (20) étant du type SOI, c'est-à-dire constitué d'un substrat de silicium supportant successivement une couche d'oxyde (22) de silicium et une couche de silicium dans laquelle est réalisé ledit élément (21), la couche d'oxyde de silicium sert de couche d'arrêt.

27. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors de sa fixation sur le support final, la vignette est alignée sur ce support final en utilisant des marques préétablies sur vignette et support final ou en utilisant un support de transfert en matériau transparent.

FIG.1A

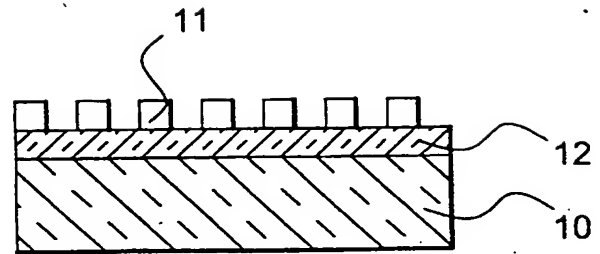


FIG.1B

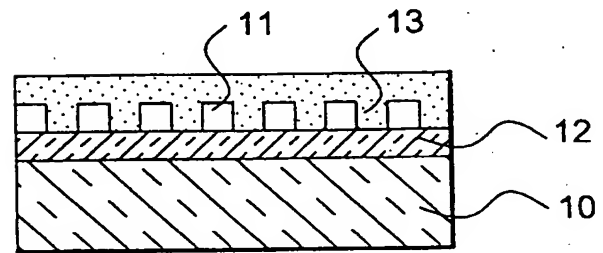


FIG.1C

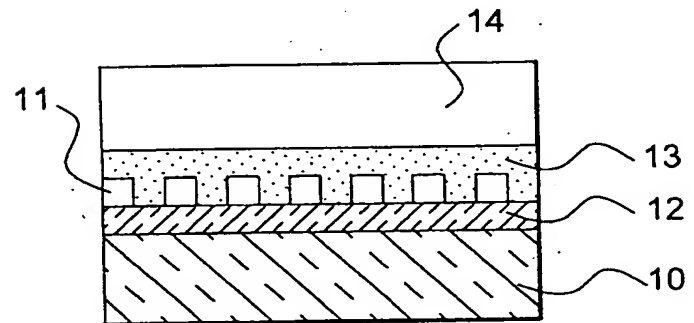


FIG.1D

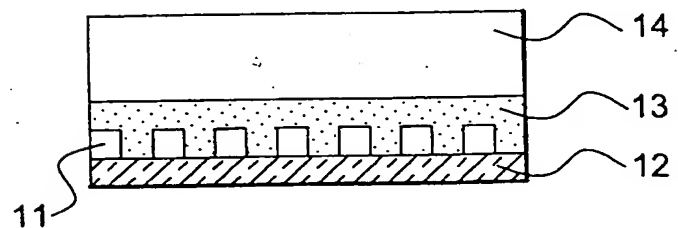


FIG. 1E

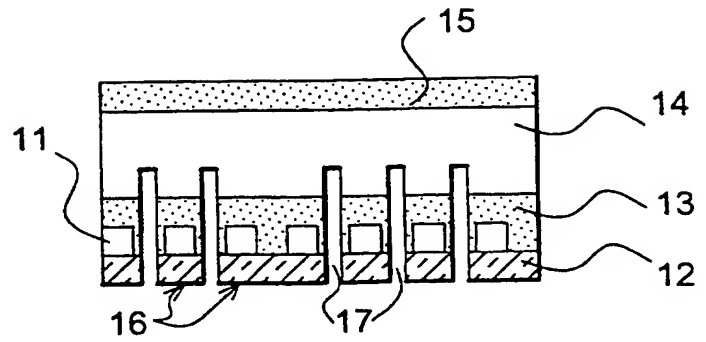


FIG. 1F

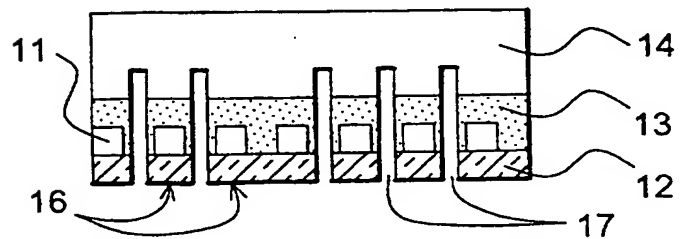


FIG. 1G

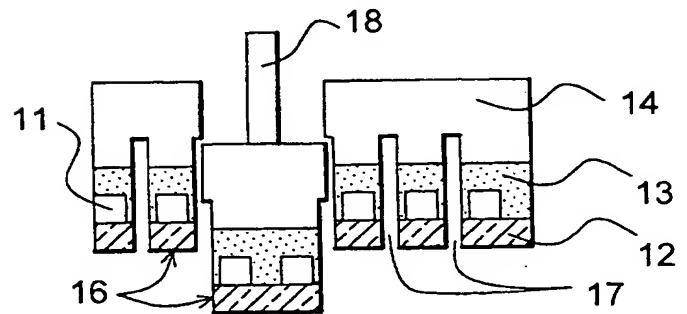


FIG. 1H

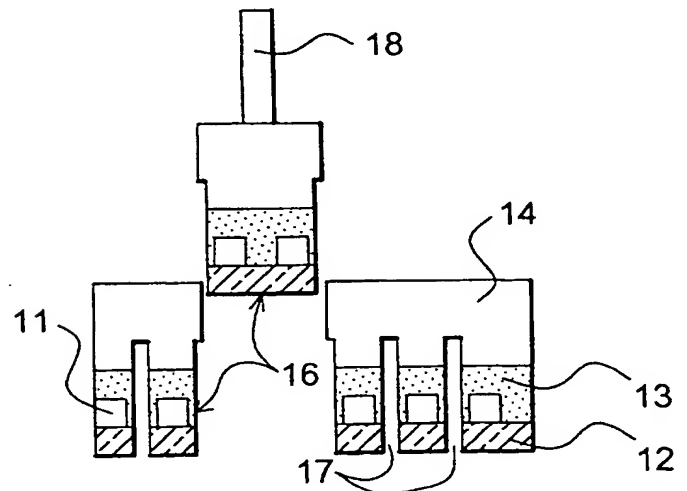


FIG. 1I

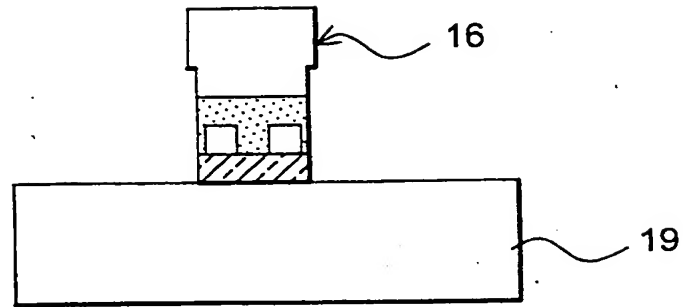


FIG. 1J

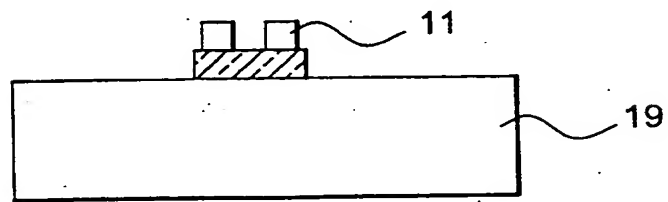


FIG. 2A

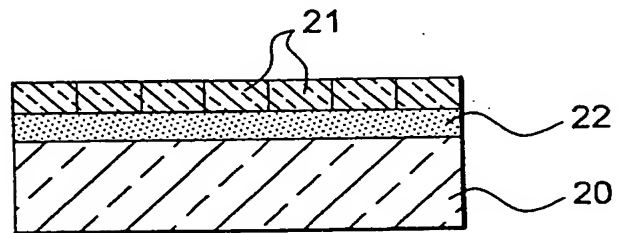
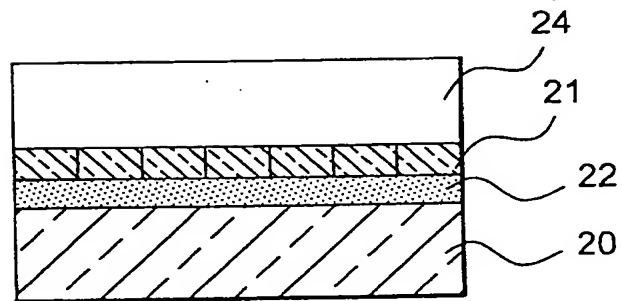


FIG. 2B



B.13700

FIG. 2C

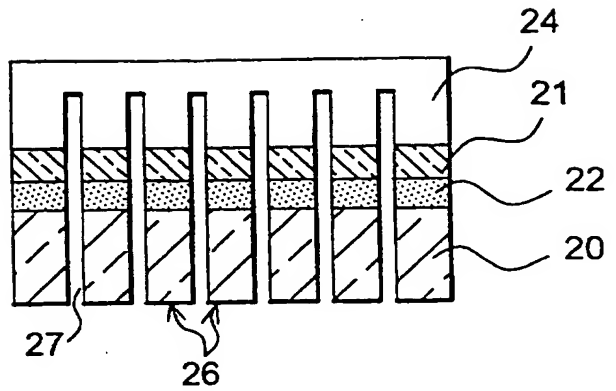


FIG. 2D

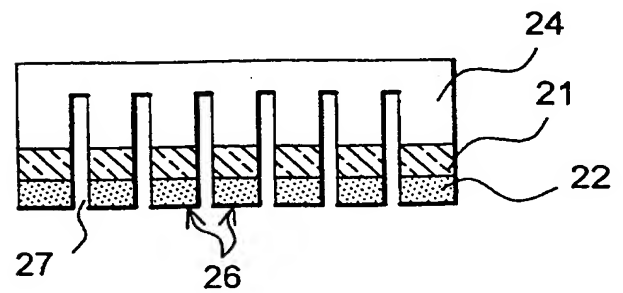


FIG. 2E

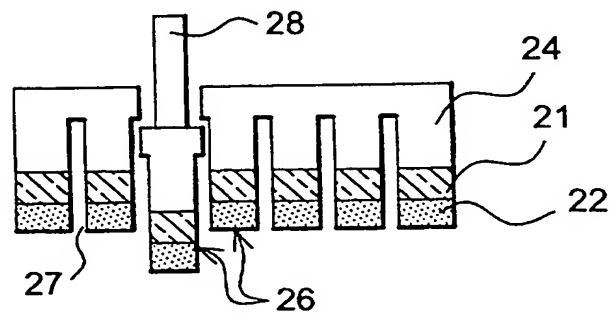


FIG. 2F

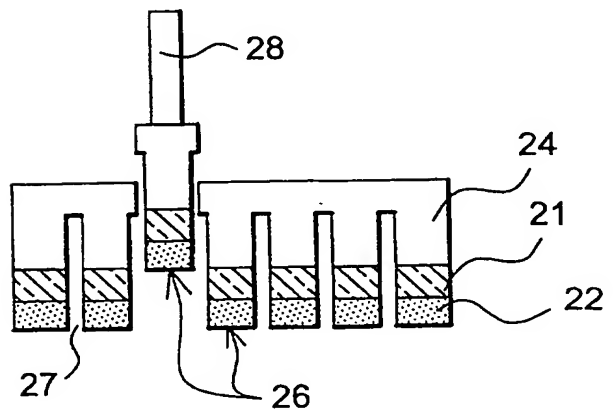


FIG. 2G

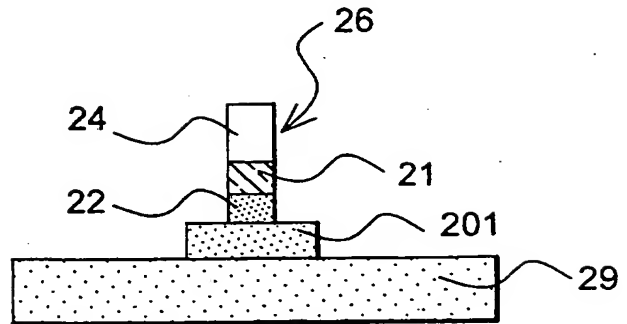


FIG. 2H

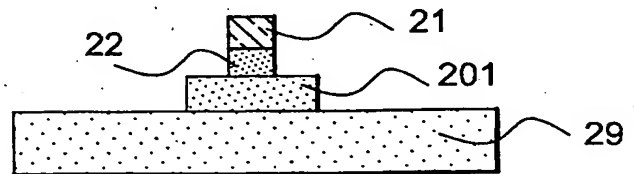


FIG. 2I

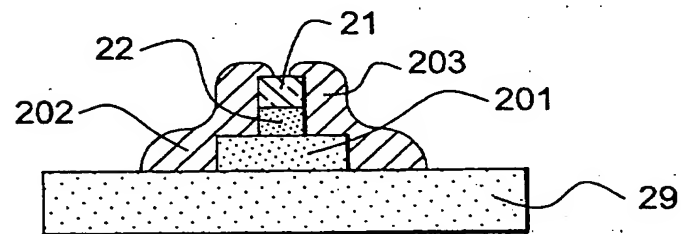


FIG. 3A

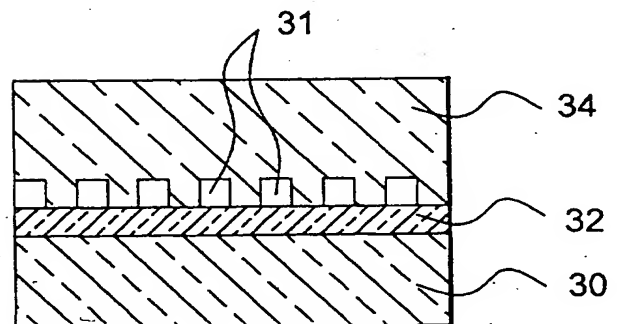


FIG. 3B

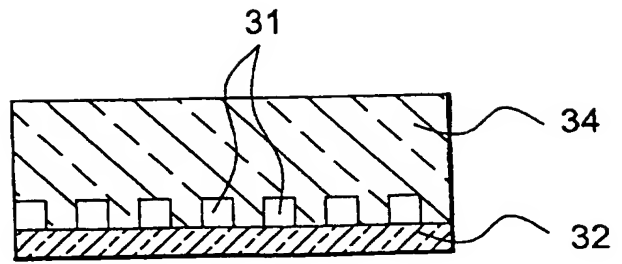


FIG. 3C

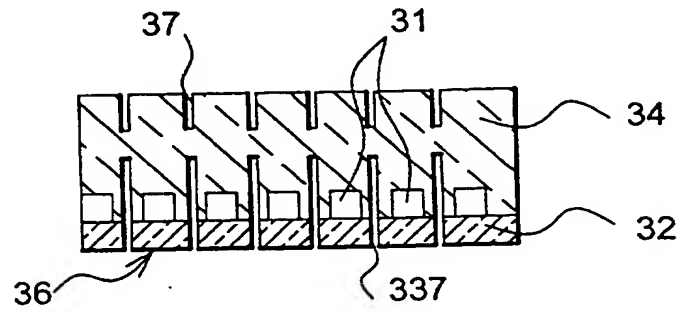


FIG. 3D

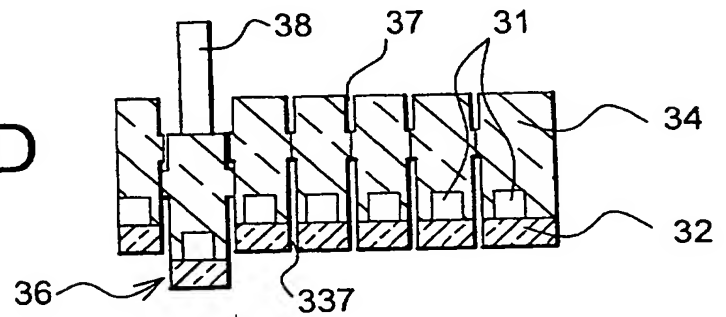
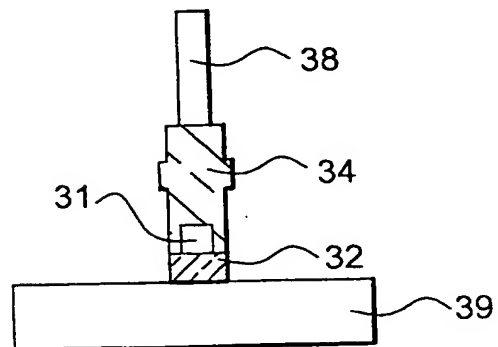


FIG. 3E





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2823012

N° d'enregistrement
nationalFA 604221
FR 0104502

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D, X	FR 2 781 925 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 4 février 2000 (2000-02-04)	1-3, 5-11, 13, 19, 20, 23, 24, 27	H01L21/98 H01L21/30 H01L21/68
Y	* page 1, ligne 6 - ligne 33 * * page 3, ligne 6 - page 5, ligne 32 * * page 6, ligne 6 - ligne 10 * * page 7, ligne 28 - page 8, ligne 5 * * page 8, ligne 21 - page 10, ligne 28; figures 1-6 * * page 11, ligne 12 - page 12, ligne 18; figures 7, 8 *	4, 5, 12, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 26	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6 octobre 2000 (2000-10-06) -& JP 2000 150544 A (HITACHI LTD), 30 mai 2000 (2000-05-30)	1, 6, 8-11, 13-15, 23-25	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
Y	* abrégé * * alinéa '0009! - alinéa '0019!; figures 1, 3, 4 * * alinéa '0023! - alinéa '0029!; figures 5, 6 * * alinéa '0031! - alinéa '0036!; figure 7 *		H01L
A	---	7, 14, 16-22, 25-27 2-5, 12	

	-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 2001		Klopfenstein, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 604221
FR 0104502

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31 août 1995 (1995-08-31) -& JP 07 106285 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 21 avril 1995 (1995-04-21) * abrégé * * figures 2,4 * * alinéa '0002! - alinéa '0005!; figure 4 * * alinéa '0018! - alinéa '0021!; figure 2 *	1,6, 8-11,13, 23,27	
Y		2-5,7, 12,17, 18,21, 22,25,26	
A		14,19, 20,24	
Y	US 6 013 534 A (MOUNTAIN DAVID JEROME) 11 janvier 2000 (2000-01-11) * colonne 3, ligne 6 - colonne 4, ligne 17 * * colonne 4, ligne 60 - colonne 6, ligne 38; figures 1-7 * * colonne 6, ligne 45 - colonne 7, ligne 41; figures 8-14 * * colonne 7, ligne 55 - ligne 57 *	2-4,16, 19,20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A		1,5,6,8, 9,13,15, 21,23	
		-/-	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 2001		Klopfenstein, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2823012

N° d'enregistrement
national

FA 604221
FR 0104502

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 5 641 714 A (YAMANAKA HIDEO) 24 juin 1997 (1997-06-24) * colonne 1, ligne 5 - ligne 28 * * colonne 3, ligne 32 - ligne 53; figure 1A * * colonne 5, ligne 36 - ligne 62; figure 3A * * colonne 6, ligne 35 - ligne 66; figures 3B, 3C * * colonne 7, ligne 10 - ligne 25; figures 4A, 4B * * colonne 8, ligne 1 - ligne 25 *	12, 21, 27	
A		1-3, 6, 8-11, 13, 23, 25	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 06, 31 juillet 1995 (1995-07-31) & JP 07 078795 A (NEC YAMAGUCHI LTD), 20 mars 1995 (1995-03-20) * abrégé *	17, 18	
A		1, 9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
D, Y	US 5 391 257 A (CHANG MAU-CHUNG F ET AL) 21 février 1995 (1995-02-21) * colonne 1, ligne 6 - ligne 23 * * colonne 2, ligne 11 - ligne 32 * * colonne 3, ligne 8 - ligne 62; figure 2A * * colonne 4, ligne 38 - ligne 66; figures 2B-2E * * colonne 5, ligne 5 - ligne 41 *	22	
A		1-4, 6-8, 11, 13-16, 19, 20, 24	
	-/-		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 décembre 2001		Klopfenstein, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 12.99 (P/MC14)

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 604221
FR 0104502

[illegible]

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0104502 FA 604221**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 18-12-2001
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2781925 A	04-02-2000	FR 2781925 A1	04-02-2000
		EP 0977252 A1	02-02-2000
		JP 2000153420 A	06-06-2000
		US 6204079 B1	20-03-2001
JP 2000150544 A	30-05-2000	JP 3197884 B2	13-08-2001
JP 07106285 4 A		AUCUN	
US 6013534 A	11-01-2000	AUCUN	
US 5641714 A	24-06-1997	JP 8195362 A	30-07-1996
JP 07078795 4 A		AUCUN	
US 5391257 A	21-02-1995	AUCUN	
US 6027958 A	22-02-2000	EP 0958607 A1	24-11-1999
		JP 2000514937 T	07-11-2000
		WO 9802921 A1	22-01-1998

EPO FORM P0485

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

This page blank (uspio)